



TITLE:

フラストレーションとリエントラ
ント転移(D.リエントラント転移と
フラストレーション,基研短期研究
会「スピングラスとその周辺」,研
究会報告)

AUTHOR(S):

北谷, 英嗣; 宮下, 精二; 鈴木, 増雄

CITATION:

北谷, 英嗣 ...[et al]. フラストレーションとリエントラント転移(D.リエントラント転移と
フラストレーション,基研短期研究会「スピングラスとその周辺」,研究会報告). 物性研究
1985, 45(2): 156-158

ISSUE DATE:

1985-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91843>

RIGHT:

フラストレーションとリエントラント転移

東大・理・物理 北谷英嗣, 宮下精二, 鈴木増雄

最近, リエントラントスピングラスなどの研究の発展と共に, スピン系におけるリエントラント現象が関心を持たれているが, 理論面ではそれらを厳密に取り扱ったものはあまりない。まず, Vaks 等がある種の 2 次元短距離相互作用イジングモデルにおいて, 温度の低下と共にパラ→フェロ→パラ→アンチフェロという連続的な相転移が起こる事を示し,¹⁾ 中野・宮島・庄司等はデコレーションボンドで形成されたイジングモデルについて研究し, 種々のリエントラント転移が起こる事を示した。²⁾ 先頃, 我々は, 最近接相互作用のみを持つある種の 2 次元イジングモデル (クラスターモデル) について, モデルの基底状態の縮退度を変化させる事により, 種々のリエントラント転移が起こる事を示し,³⁾ (これは Vaks 等の結果の一般化であると言える) 基底状態の縮退度とリエントラント現象との関係を明らかにした。又, 同様な転移が 3 次元系についても起こる事を示した。⁴⁾ 以上は厳密な結果であるが, 今回は, そのクラスターモデルの磁場効果について考察するため, 有効ハミルトニアン近似⁵⁾ を用いた。求められた結果は以下の通りである。

1) 図 1 の様な相図 (細線) が得られた。これは厳密に求めた相図と定性的によく合っている。

2) 図 1 の太線は帯磁率にピークが現われる線である (図 2)。又, その線上で比熱には異常は見られない。

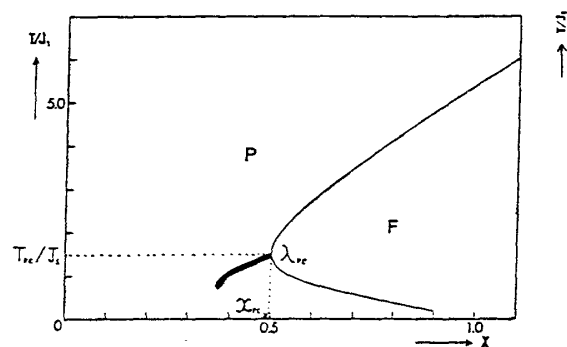


図 1

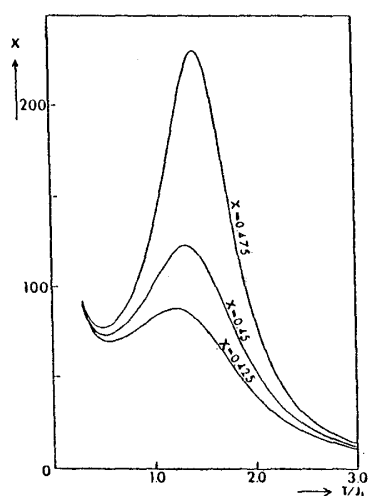


図 2

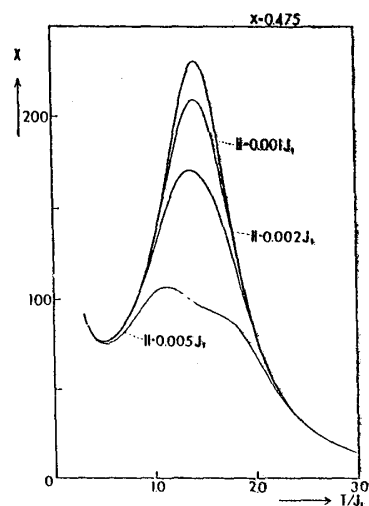


図 3

3) 図3に示した様に、その線上において、帯磁率の磁場依存性は非常に大きい。これは又、その線上で非線形帯磁率に負のピークが現れる事を示している。

4) これまでのモンテカルロ計算の結果では図1の太線のあたりから以下の温度では緩和時間が非常に大きくなっていると予想される。

ここで注意しておかなければならないのは、図1で x を変えるのは系を変えることに相当しているが、フラストレーションの効果を変えるという意味では、通常よくみられるスピングラスの相図で磁性物質の濃度を変える事と何らかの対応があると考えられる事である。

一方、スピングラス転移については、以前から、それを静的な相転移であるとする立場と、緩和時間の非常な増大に伴う動的な現象であるとする立場がある。我々のクラスターモデルの相図(図1)では、太線の上下どちらでもパラ相であるが、もしスピングラスが後者であるという立場をとれば、我々のクラスターモデルとスピングラス現象とはかなりよく似た性質を持っている事になる。

又、我々は、図1の λ_{rc} の付近での臨界現象を調べた。特に、帯磁率に関しては、

$$\chi \simeq \frac{1}{\varepsilon^\omega} g\left(\frac{\varepsilon}{t^\varphi}\right) = \begin{cases} \frac{1}{t^{r'}} & (\varepsilon = 0 \text{ のとき}) \\ \frac{1}{\varepsilon^\omega} & (t = 0 \text{ のとき}) \end{cases}$$

(但し、 $t = \frac{T - T_{rc}}{T}$, $\varepsilon = |x - x_c|$)

というスケーリング則を仮定すると、

$$r' = \omega\varphi$$

というスケーリング関係式が得られる。我々のモデルでは、 $\varphi = 2$ となるが、実際に、実験的にこれらの臨界指数を求めるのは、例えばスピングラスの分類のような事にも役立つのではないと思われる。

スピングラスの大きな特徴はフラストレーションとランダムネスの存在である。我々のクラスターモデルにある種のランダムネスを入れると、モデルは、フェロボンドのみでつながった様々な大きさのクラスターが様々な確率で出現し、それらがフラストレーションを含む相互作用でつながっているというモデルになる。このモデルにおいてのリエントラント現象その他は目下研究中である。

- 1) V. G. Vaks, A. J. Larkin and N. Ovchinnikov, Zh. Eksp. Teor. Fiz. **49** (1965) 1180 [Sov. Phys.

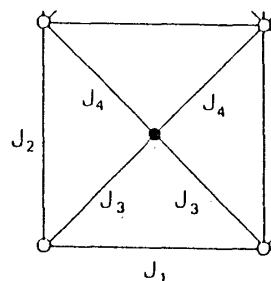
JETP 22 (1966) 820].

- 2) I. Syozi, Prog. Theor. Phys. **39** (1968) 1367.
H. Nakano, Prog. Theor. Phys. **40** (1968) 231.
S. Miyazima, Prog. Theor. Phys. **40** (1968) 462.
- 3) H. Kitatani, S. Miyashita and M. Suzuki, Phys. Lett. **108A** (1985) 45.
- 4) H. Kitatani, to be submitted.
- 5) T. Oguchi, J. P. S. J. **52** (1983) 3101.

Reentrant transition を示す Ising model の例 2 つ

東北大・工 守 田 徹

1. 面心正方格子 (Union Jack 格子) 上の Ising model
相互作用のパラメータを右図の 4 種類にとった場合の
自由エネルギーを, Vdovichenko (Soviet Phys. JETP **20**
(1965) 477) の方法で求めた。 $J_1 = J_2$, $J_3 = J_4$ の場
合は Vaks et al (Soviet Phys. JETP **22** (1966) 820) によ
って求められ, reentrant 転移をすることが知られている。



$J_2 = J_1 > 0$, $J_4 = -J_3 < 0$ の場合にも reentrant 転移を示すことが示される。

中心 (黒丸) について先ずスピン変数の和をとると, 白丸の正方格子に最近接格子点間と 4
体間に有効相互作用がある系と同等になる。 reentrant 転移は, 最近接格子点間の有効相互作
用によって解釈できることが示される。

この結果は J. Phys. A に掲載予定である。

2. スピン 1 のイジングモデル

ハミルトニアン

$$H = \sum_{(j,k)} (J s_j s_k - J' s_j^2 s_k^2)$$

を仮定して, ベーテ格子上で解いた。最近接格子点数が 5 以上になると, J'/J が 1 より大き